Sind die gehärteten Öle für den menschlichen Genuß geeignet?

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius Maximilians-Universität
zu Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Philipp O. Süßmann, med. pract.
aus Nürnberg

München 1914
Druck von R. Oldenbourg

Sind die gehärteten Öle für den menschlichen Genuß geeignet?

INAUGURAL-DISSERTATION

verfaßt und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius Maximilians-Universität
zu Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Philipp O. Süßmann, med. pract.
aus Nürnberg

ACAD. UNIV. BAT. BIBL.

München 1915
Druck von R. Oldenbourg

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg
Referent: Herr Professor Dr. K. B. Lehmann

Seinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549815_0223

Das wichtigste Ereignis auf dem Gebiete der Speisefettversorgung des Menschen war seit der Erfindung der Margarine sicherlich die Einführung der tropischen Pflanzenfette, wie sie um die Wende des 19. Jahrhunderts zuerst von Dr. Schlink in großem Maßstabe betrieben wurde. Bei der Ausbeutung der in Betracht kommenden, meist in ihren Früchten viel Fett enthaltenden Pflanzen (Palmenarten, Baumwollstaude, Erdnuß, Sesam u. a.) wird neben einem gewissen Prozentsatz festen Fettes ein meist größerer Anteil flüssiger Öle gewonnen. Während die festen Fettprodukte alsbald in tadelloser Qualität auf den Markt gebracht wurden, so daß sie sich im Publikum leicht Eingang verschafften, stand der Einführung des flüssigen Anteils die Geschmacksrichtung fast der ganzen Kulturwelt entgegen, welche eben die festen Fettsorten entschieden bevorzugt. Daß neben dem speisefettbedürftigem Publikum auch die beiden anderen hauptsächlichsten Fettkonsumenten, die Seifen- und Kerzenfabrikanten, aus leicht ersichtlichen Gründen vorwiegend auf feste Fette als Ausgangsmaterial angewiesen sind, sei nebenbei ebenfalls erwähnt. Es mußten sich also ganz natürlich die interessierten Kreise in der Fettindustrie mit dem Gedanken beschäftigen, ob es nicht mög-

1) Die Ergebnisse dieser Arbeit haben bereits einer kurzen gutachtlichen Äußerung von Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann in der Chemiker-Zeitung 1914, Nr. 75, S. 798, zur Grundlage gedient.

lich sei, durch ein chemisches Verfahren den Überschuß an flüssigen Ölen in feste Form überzuführen. Eine Reihe von Patenterteilungen gibt davon Zeugnis, wie intensiv an diesem Problem gearbeitet wurde. Aber keiner der eingeschlagenen Wege führte zu einem praktischen Ziele, bis von ganz anderer Seite Hilfe kam.

Zu einem der bedeutsamsten Fortschritte der letzten Jahre auf dem Gebiete der synthetischen Chemie haben ohne Zweifel die Arbeiten des Prof. P. Sabatier in Toulouse geführt, in welchen sich dieser Forscher mit der direkten Einwirkung von Wasserstoff auf die verschiedensten chemischen Verbindungen bei Gegenwart einer metallischen Kontaktsubstanz beschäftigte. In einer seit dem Jahre 1900 ununterbrochen fortlaufenden Versuchsreihe hat er im Verein mit J. B. Senderens und späterhin mit A. Mailhe gezeigt, daß die Anwesenheit eines fein verteilten Metalls, vor allem eines feinen Nickelpulvers, dem Wasserstoff bei höherer Temperatur die Fähigkeit erteilt, in eine große Anzahl anorganischer und organischer Moleküle einzudringen und so eine reduzierende Wirkung zu entfalten, sei es, daß dabei eine Anlagerung von Wasserstoffatomen unter Aufhebung von Doppelbindungen oder aber eine Abspaltung von Sauerstoff oder Halogen mit Bildung der betreffenden Hydride stattfindet. Diese Erscheinung beruht wahrscheinlich darauf, daß Metallhydride entstehen, welche sofort wieder zerfallen und naszierenden Wasserstoff freimachen. Nicht nur der reinen, wissenschaftlichen Chemie sind durch diese Arbeiten neue Wege gewiesen worden, sondern auch die chemische Industrie kann sich in vielen Fällen dieses trockenen Reduktionsverfahrens mit Vorteil bedienen gegenüber den nassen Methoden mit naszierendem Wasserstoff.

Die Fettindustrie griff das neue Verfahren zuerst auf. Denn wenn es mit dessen Hilfe gelang, die Reduktion der ungesättigten, flüssigen Ölsäure und ihrer Glyzeride zu den entsprechenden Verbindungen der gesättigten, festen Stearinsäure durchzuführen gemäß den Gleichungen

$$\underset{\text{Ölsäure}}{C_{18}H_{34}O_2} + 2\,H = \underset{\text{Stearinsäure}}{C_{18}H_{36}O_2}$$

$$\underset{\text{Olein}}{C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_3} + 6\,H = \underset{\text{Stearin}}{C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3},$$

so war damit die Härtung der flüssigen Öle zu festen Produkten erreicht.

Prof. Dr. Bömer[1]) hat auf der 11. Hauptversammlung deutscher Nahrungsmittelchemiker zu Würzburg 1912 einen ausführlichen Bericht über die zahlreichen Patente erstattet, welche sich mit der Lösung dieses Problems befassen. Ich beschränke mich deshalb darauf, zu wiederholen, daß die eine Reihe von Patenten mit Nickelpulver als Katalysator bei höherer Temperatur die Reduktion erzielen will (nach der alten Methode von Sabatier), während andere (z. B. C. Paal) als Katalysator kolloidales Platin oder Palladium bei gewöhnlicher Temperatur verwenden. Welches von beiden Verfahren das technisch und wirtschaftlich rationellere ist, darüber sind die Ansichten noch geteilt. Bömer (und nach ihm noch andere) gab auch schon weitgehenden Aufschluß über das sinnfällige und analytische Verhalten der gehärteten Produkte und erklärte, daß sich diese in keiner Weise prinzipiell von den natürlichen Fetten unterscheiden, daß auch die Verfahren gestatteten, die Reduktion und damit die Härtung bis zu jedem gewünschten Grade vor sich gehen zu lassen. Es erscheint somit die Technik der Verfahren sehr vollkommen und die Härtungsprodukte ohne weiteres für die Zwecke der Industrie verwendbar. Ob sie allerdings auch für die menschliche Ernährung Verwendung finden dürfen, das hängt davon ab, inwieweit sie den besonderen Bedingungen, die wir an ein künstlich hergestelltes Nahrungsmittel stellen müssen, gerecht werden.

Zu verlangen ist zunächst, daß das Rohmaterial nicht von zweifelhafter oder gar ekliger Herkunft sei, selbst wenn es die Technik so verändern könnte, daß das Endprodukt appetitlich erschiene. Diese Forderung wird von den Rohölen der gehärteten Fette sicherlich erfüllt. Selbst das von Resten der Samen und Samenschalen braun gefärbte und getrübte rohe Baumwollsamenöl wird dem Wissenden niemals ekelhaft, wenn auch wohl zum direkten Genuß nicht einladend erscheinen.[2])

1) Ztschr. f. Unters. d. Nahr. u. Gen.-M. 1912, 24, 104ff.

2) Ob die gehärteten „Trane“ diese Forderung erfüllen, ist eine Frage, deren Besprechung in diesem Rahmen keinen Platz finden kann.

Eine weitere Forderung ist, daß das fertige Produkt an sich zur Ernährung geeignet sei. In erster Linie haben wir auf die Art der Glyzeride zu achten. Auszuschließen vom Genuß ist z. B. gehärtetes Rhizinusöl, falls es nicht gelingen sollte, die reizende Rhizinolsäure vollständig zu reduzieren. Aber auch abgesehen von dem Vorhandensein an sich schädlicher Fettsäuren ist auf das gegenseitige quantitative Verhältnis der einzelnen Glyzeride zueinander Rücksicht zu nehmen. Ein zu starkes Überwiegen der Stearinsäure bedingt einen zu hohen Schmelzpunkt, der nicht nur eine schlechtere Ausnutzung des Fettes selbst, sondern auch weitergehende Störungen der Verdauung hervorrufen kann. Da die Fabrikanten es jedoch in der Hand haben, die Härte eines Fettes durch die Dauer des Hydrogenisationsprozesses zu regulieren, so kann man wohl ohne weiteres annehmen, daß dieser Forderung keine Schwierigkeiten im Wege stehen. Dienen die Fette als Zusatz zur Margarine anstatt Preßtalg oder Oleomargarin, so wird eine Härtung auf weit über 40° C hinaus unschädlich sein, wenn durch Zumischung leichter schmelzbarer und flüssiger Fette der Gesamtschmelzpunkt auf normale Werte (30 bis 40° C) herabgedrückt wird.

Weiterhin könnten, wie schon Bömer hervorgehoben hat, unschädliche Stoffe, welche sich im Unverseifbaren des Rohöls finden und deren Natur wir nicht kennen, durch den energischen Reduktionsprozeß in andere von mehr oder minder giftigen Eigenschaften umgewandelt werden. Ein solcher Umstand würde die Verwendung eines Fettes als Nahrungsmittel natürlich eo ipso verbieten. Wenn diese Verbindungen chemisch nicht zu isolieren oder nachzuweisen sind, so müssen ausgiebige Fütterungsversuche an Tieren und auch an Menschen darüber Klarheit schaffen, ob sich auf das Vorhandensein solcher Stoffe aus irgendwelchen Störungen der Verdauung oder des allgemeinen Wohlbefindens schließen läßt. Die Versuche müssen mit den Härtungsprodukten einer jeden für den menschlichen Genuß zu verwendenden Ölart angestellt werden, da jede derselben im Unverseifbaren wieder andere Stoffe enthält, wie schon die verschiedenen Farbenreaktionen der einzelnen Öle anzeigen.

Daß ferner ein zur Ernährung noch so gut geeigneter Stoff in seiner Verwendbarkeit beeinträchtigt wird, wenn er unsern ästhetischen und kulinarischen Ansprüchen nicht gerecht wird, ist selbstverständlich. Wir verlangen von einem Speisefette, daß es von homogener Beschaffenheit, gleichmäßiger, weißer bis gelber Farbe sei und keine unangenehmen Geschmacks- und Geruchsempfindungen errege. Nach dem Urteil Bömers und fast aller Autoren, welche sich bisher mit den gehärteten Ölen beschäftigt haben, geben diese zu Beanstandungen in solcher Hinsicht keinen Anlaß.

Endlich verbieten schädliche Nebenstoffe, mögen sie bereits aus dem Rohmaterial stammen oder auf dem Wege der Herstellung mit oder ohne Absicht des Produzenten in das Erzeugnis gelangt sein, jegliche Verwendung zu Speisefetten. Bei den gehärteten Ölen ist vor allem darauf zu achten, ob von dem als Katalysator verwendeten Metallpulver — in erster Linie kommt das Nickel in Betracht — erhebliche Mengen in das fertige Fett gelangen. Dies könnte auf zweierlei Weise der Fall sein: entweder werden, wenn die Rohöle ungenügend entsäuert sind, Teile des Metalls von den freien Fettsäuren gelöst oder es bleiben trotz der Filtration feinste Nickelteilchen im Fett suspendiert. Das letztere wird allerdings von Dr. Prall, dem Direktor der Bremen-Besigheimer Ölwerke, bestritten.

Daß in den gehärteten Fetten tatsächlich geringe Nickelmengen enthalten sind, ergaben die Verhandlungen auf der zitierten Tagung deutscher Nahrungsmittelchemiker. Da aber hier über die genaueren Mengenverhältnisse des Nickelgehalts und über deren hygienische Wertung keine rechte Klarheit erzielt wurde, entschloß sich Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann, welcher in früheren Jahren das hygienische Nickelproblem durch grundlegende Arbeiten auf eine sichere Basis gestellt hat, dieser Spezialfrage in eigenen Versuchen näher zu treten.

Es sollte der Nickelgehalt einer Reihe von gehärteten Ölen mit zuverlässigen Methoden quantitativ bestimmt werden. Bei Gelegenheit dieser Untersuchung war auch durch eine Prüfung mittels der Sinne und Bestimmung der wichtigsten analytischen

Konstanten ein selbständiges Urteil über die sonstigen Qualitäten der Hartöle als Nahrungsmittel zu gewinnen. Zugleich sollten ausgiebige Fütterungsversuche an Tieren und Menschen darüber informieren, ob der gefundene Nickelgehalt oder andere etwa in den Fetten befindliche Stoffe (s. S. 8) auf die Gesundheit nachteilig einzuwirken vermöchten.

Daß Herr Prof. Lehmann, mein verehrter Lehrer und jetziger Chef, mir den experimentellen Teil der Arbeit übertrug und mit seiner langjährigen Erfahrung stets zur Seite stand, dafür sage ich ihm an dieser Stelle herzlichen Dank.

Das Material der Untersuchungen bestand aus größeren Mengen verschiedener Sorten von gehärtetem Sesam-, Erdnuß- und Baumwollsamenöl, welche die Bremen-Besigheimer Ölwerke zur Verfügung stellten.[1])

I.

Prüfung durch die Sinne und physikalisch-chemische Untersuchung.

Sämtliche vorliegenden Sesam- und Erdnußöle sind von gleichmäßiger reinweißer Farbe, während die Baumwollsamenöle eine gleichmäßig gelbliche Färbung aufweisen. Sie sind bei Zimmertemperatur von einer Konsistenz, welche meist der des Talges gleichkommt, bei einzelnen aber mehr schmalzartig ist, und besitzen eine körnig-kristallinische Beschaffenheit. Sowohl in der Kälte als auch bei mäßigem Erhitzen sind die Fette vollständig geruchlos; von einem brenzlichen Geruche beim Schmelzen, wie

1) Hier arbeitet man nach dem Vorgang Sabatiers mit fein verteiltem Nickel als Katalysator, und zwar nach den Patenten von Leprince u. Siveke und von Wilbuschewitsch. Der Vorgang wird von Boemer aus eigener Anschauung folgendermaßen geschildert:

„In einem doppelwandigen Autoklaven wird das zu härtende Öl mit dem mit Öl angerührten Katalysator (auf Kieselgur verteiltes, im Wasserstoffstrom reduziertes Nickel) unter Druck bei 100 bis 150° einem Wasserstoffstrom entgegengeführt, indem das Öl in einem kontinuierlichen Strom von oben herabrieselt, während der Wasserstoff von unten her in den Autoklaven eingeführt wird. Nach Verlauf von ½ bis 1 Stunde — je nach der gewünschten Härte des Öles — ist der Härtungsprozeß beendet, worauf das gehärtete Öl durch Filterpressen von dem Katalysator befreit und durch Behandlung mit Wasserstoff im Vakuum desodoriert wird."

Aufrecht[1]) angibt, ist nichts wahrzunehmen. Talgartiger Geschmack ließ sich ebensowenig konstatieren; im Gegenteil möchte ich die gehärteten Baumwollsamenöle eher als nußartig angenehm schmeckend bezeichnen.

Sämtliche uns übergebenen Fette sind weniger stark gehärtet, wie die in der Literatur bereits beschriebenen; der Schmelzpunkt schwankt zwischen 30,0° und 42,8° C. Er wurde mittels folgender Methode bestimmt:

In ein großes, zu $^4/_5$ mit Wasser gefülltes Becherglas, dessen Inhalt langsam erwärmt wurde, tauchte bis zu $^3/_4$ seiner Länge ein Reagenzglas, welches mittels Stativ und Klammer in dieser Lage festgehalten wurde. Ein Thermometer, dessen Kugel von einer dünnen Schicht des seit mindestens 48 Stunden erstarrten Fettes umgeben war, tauchte tief in das Reagenzglas hinein, ohne seine Wände zu berühren. Die Temperatur wurde in dem Augenblicke abgelesen, in dem sich der erste Fettropfen am Grunde der Quecksilberkugel bildete.

Der Erstarrungspunkt liegt 10,8 bis 11,8° C unterhalb des Schmelzpunktes; die Differenz ist nicht wesentlich verschieden von der des Butterschmalzes. Als Erstarrungspunkt wurde die Temperatur angenommen, bei der sich eine in einem Becherglase geschmolzene größere Fettmenge, welche zum Zweck einer gleichmäßigen Abkühlung fortwährend mit dem Thermometer gerührt wurde, eben sichtbar zu trüben begann.

Die Säurezahlen (mg KOH für 1 g Fett) verhalten sich verschieden. Während die Baumwollsamenöle mit 0,2 bis 0,4 sehr weitgehend entsäuert sind, ist dies bei den Erdnußölen (1,0 bis 2,0) und bei den Sesamölen (3,0 bis 3,2) weniger der Fall. Nach dreimonatlichem Lagern der Fette hat die Azidität nur ganz unbedeutend zugenommen.

Die Verseifung der gehärteten Öle geht sehr leicht vor sich. 1 bis 2 g verseifen mit 25 ccm alkoholischer halbnormaler Kalilauge in ¼ Stunde bei Siedetemperatur vollständig. Die Köttstorferschen Zahlen weichen wenig von denen der ungehärteten

1) Pharmazeut. Zeitung 1912, 57, S. 876.

Rohöle ab. Für gehärtete Erdnußöle fand ich die Werte 186,9 bis 189,2, für gehärtete Sesamöle etwas stärker differierend 185,0 bis 191,0 und für Baumwollsamenöle 191,3 bis 193,8. Für die Rohöle sind die entsprechenden Zahlen

Sesamöl	188 bis 195
Erdnußöl	189 bis 194
Baumwollsamenöl	191 bis 198.[1])

Sehr viel Beachtung verdienen die Jodzahlen, welche uns ja direkten Aufschluß geben über die Menge der in den Fetten noch vorhandenen nicht hydrogenisierten, ungesättigten Säuren. Sie stellen neben den Schmelzpunkten den wichtigsten Gradmesser der Härtung dar; je höher der Schmelzpunkt, desto kleiner ist die Jodzahl. In dieser präzisen Form läßt sich die Regel freilich nicht allgemein, sondern nur für die Härtungsprodukte ein- und desselben Rohfettes aussprechen. Denn der Schmelzpunkt eines Fettes wird nicht nur durch die ungesättigten Glyzeride herabgedrückt, sondern auch durch seinen ihm eigentümlichen Gehalt an leicht schmelzenden gesättigten Fettsäureestern (z. B. Palmitin, Butyrin), anderseits kann das Vorhandensein mehrfach ungesättigter Säuren, wie der Leinölsäure, die Jodzahl weit über den Wert hinaus erhöhen, der dem Ölsäuregehalt des Fettes entspräche. Die von mir nach Hübl bestimmten Jodzahlen sind der nicht sehr weit getriebenen Härtung entsprechend ziemlich hoch. Sie betragen noch ca. 65% der den Rohölen eigenen Jodzahlen. Bei den Erdnußölen bewegen sie sich zwischen 58,4 bis 62,6 (Rohöl 86 bis 98)[1]), bei den Sesamölen zwischen 64,4 bis 65,6 (Rohöl 103 bis 112)[1]) und erreichen bei dem Cottonöl sogar die Werte 65,8 bis 70,9 (Rohöl 102 bis 111)[1]).

Die Reichert-Meisslschen Zahlen, welche einen Maßstab für die flüchtigen, wasserlöslichen Fettsäuren bilden, waren bei allen drei Ölsorten praktisch gleich Null.

Ich lasse die Resultate der einzelnen Analysen in Form einer Tabelle folgen:

---

1) Nach D. Holde, Untersuchung der Kohlenwasserstoffe und Fette, 1913.

Bezeichnung	Fett Nr.	Versuch Nr.	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt	Differenz	Säurezahl	Verseifgs.-zahl	Jodzahl
Geh. Erdnußöl	0	1	42,8° C	31,6° C	11,2° C	1,0	188,2	59,0
„ „	0	2	—	—	—	1,1	188,7	58,4
„ „	2	1	35,5° C	24,4° C	11,1° C	1,0	188,5	62,6
„ „	2	2	—	—	—	1,0	189,2	62,4
„ „	5a	1	37,8° C	27,0° C	10,8° C	2,1	186,9	59,5
„ „	5a	2	—	—	—	2,0	187,0	59,2
„ „	5a	3	nach 3 Monaten:			2,2		
„ „	5b		37,7° C	26,8° C	10,9° C	—	—	—
Geh. Sesamöl	1	1	35,2° C	24,2° C	11,0° C	3,0	185,0	65,6
„ „	1	2	—	—	—	3,1	185,7	65,3
„ „	4a	1	36,9° C	25,4° C	11,5° C	3,1	190,2	64,9
„ „	4a	2	—	—	—	3,2	191,0	64,4
„ „	4a	3	nach 3 Monaten:			3,4		
„ „	4b		35,8° C	24,5° C	11,3° C	—	—	—
Geh. Baumwollsamenöl	3	1	30,0° C	18,2° C	11,8° C	0,3	193,7	70,9
„ „	3	2	—	—	—	0,4	193,8	70,5
„ „	6a	1	33,6° C	21,8° C	11,8° C	0,4	192,5	69,0
„ „	6a	2	—	—	—	0,4	193,3	68,2
„ „	6a	3	nach 3 Monaten:			0,6		
„ „	6b		34,0° C	22,3° C	11,7° C	0,2	191,3	65,8

Die Methodik der Untersuchung des anorganischen Rückstandes gestaltete sich folgendermaßen:

In einer ½ l fassenden Schale aus silbergrauem Quarz wurde die zur Analyse gelangende Fettmenge — meist 200 g — zuerst unter Anwendung eines großen Bunsendreibrenners geschmolzen und bis zur Entzündung erhitzt. Hierauf stellte ich die Gasflamme ab und ließ die Fettmasse ruhig ohne künstliche Wärmezufuhr abbrennen, um ein Emporgerissenwerden kleiner Fetttröpfchen zu vermeiden; nur wenn die Flamme zu erlöschen drohte, und am Ende der Verbrennung, wenn es stark kohlte, wurde die Temperatur durch eine einzige mäßige Gasflamme wieder erhöht. War alles Fett zerstört, so wurde die innen völlig berußte Schale über der Gebläseflamme unter möglichster Vermeidung jeglichen Luftzuges

ausgeglüht, bis alle Kohle verschwunden war. Die ungemein feinblättrige und leichte Asche war je nach ihrem Metallgehalt fast rein weiß bis hellbraun gefärbt. Um das Gewicht der Asche zu bestimmen[1]), wurde dieselbe zunächst nach dem Erkalten mit wenig destilliertem Wasser versetzt und darin aufgeschlemmt; der Boden der Schale wurde mit einem Glasstabe tüchtig gerieben, um festhaftende Aschenpartikelchen von ihm loszulösen. Die ganze Masse wurde dann mittels Glasstab, Gummiwischer und Spritzflasche quantitativ in eine vorher geglühte und gewogene kleine Quarzschale gebracht, auf dem Wasserbade zur Trockene eingedampft, wieder kurz geglüht und nach dem Erkalten gewogen. Die Differenz der beiden Wägungen stellte jedoch noch nicht das definitive Aschengewicht dar; erst mußten davon die durch das Reiben mit dem Glasstab abgesprungenen kleinen Glas- und Quarzpartikel abgezogen werden, deren Gewicht wurde folgendermaßen festgestellt: Nachdem das Quarzschälchen mit der Asche einmal mit Salpetersäure und einmal mit Salzsäure abgedampft worden war, wurde mit Wasser aufgenommen und bis zu kleinem Volumen eingeengt; es war dann die ganze Asche in Lösung gegangen, jedoch nicht die Kieselsäuresplitter, welche durch Filtration leicht zu isolieren waren. Das sorgfältig ausgewaschene Filter wurde in einem vorher geglühten und gewogenen Porzellantiegel verascht, dieser nach dem Erkalten gewogen; die Differenz ergab nach Abzug des bekannten Filteraschengewichtes die Menge der Kieselsäure.

Versetzte man das Filtrat mit 1 ccm konzentrierten Ammoniaks, so erhielt man eine flockige Fällung, welche theoretisch aus den Hydroxyden des Aluminiums, Eisens und verschiedener anderer Metalle, sowie aus kohlensaurem Kalk bestehen konnte. (Im Ammoniak der Laboratorien ist stets Kohlensäure gebunden.) Es zeigte sich aber, daß diese Fällung fast nur aus Ferrihydroxyd bestand, worauf auch die braunrote Färbung der Fällung sofort hinwies. Der Niederschlag wurde abfiltriert und in einer Reihe

1) Die großen Verbrennungsquarzschalen sind für die analytischen Wagen zu voluminös; eine direkte Wägung vor und nach der Veraschung des Fettes ist also unmöglich.

von Fällen getrocknet, im Porzellantiegel geglüht und gewogen, wobei der Glührückstand der Einfachheit halber — die geringen Beimengungen haben ja gar kein hygienisches Interesse — als ganz aus Ferrioxyd bestehend angenommen wurde.

Das von der Eisenfällung befreite ammoniakalische Filtrat konnte nur noch Leichtmetalle und von Schwermetallen Kupfer und Nickel enthalten. Da Kupfer nicht anzunehmen war — es hätte sich ja auch in geringer Menge durch die blaue Farbe seines komplexen Ammoniaksalzes verraten müssen, was nie der Fall war —, so konnte die Lösung nunmehr ohne weitere Vorbereitung zur Nickelbestimmung Verwendung finden.

War die Fettasche nur zur Nickelbestimmung zu verwenden, ohne daß erst das Aschengewicht bestimmt werden sollte, so schlug ich folgendes einfachere Verfahren der Vorbereitung ein: Die erkaltete Asche wurde wie oben, aber diesmal gleich in der großen Veraschungsschale mit Salpeter und Salzsäure abgedampft, dann mit destilliertem Wasser aufgenommen und eingeengt. Nun wurde noch heiß mit konzentriertem Ammoniak versetzt und filtriert; das Filtrat war zur Feststellung des Nickelgehalts sofort verwendbar.

Der qualitative Nachweis von Nickel, den ich teils mit dem noch näher zu besprechenden Dimethylglyoxim nach Prall[1]) oder mit dem nach Lehmanns Vorschrift[2]) hergestellten Natriumdithiokarbonat führte, hatte ungefähre Vorstellungen über den Nickelgehalt der einzelnen gehärteten Öle ergeben, die mir damals zur Verfügung standen. Es waren dies die Erdnußöle Nr. 0 und Nr. 2, Sesamöl Nr. 1 und Cottonöl Nr. 3.

---

1) 5 bis 10 g Fett werden mit dem gleichen Volumen konz. Salzsäure im Wasserbade ½ Stunde lang in einem Reagenzglas unter öfterem Umschütteln erwärmt; dann wird die Masse durch ein angefeuchtetes Filter filtriert und der saure Auszug in einer Porzellanschale verdampft. Der Rückstand wird mit einer 1 proz. alkoholischen Dimethylglyoximlösung betupft. Beim Vorhandensein von Nickel zeigt sich eine Rotfärbung, die mitunter beim Zusatz von etwas Ammoniak noch besser hervortritt. (Chem. Rev. d. Harz- u. Fettindustrie, 1913, 20, Heft 6, S. 133).

2) Archiv für Hygiene Bd. 68, S. 427.

Ich versuchte nun zuerst bei demjenigen dieser Fette, das am meisten Nickel zu enthalten schien (Nr. 0), den Gehalt quantitativ mittels des alten, im Jahre 1907 von Lehmann eingeschlagenen Schwefelwasserstoffverfahrens zu ermitteln. Zur Analyse wurden 500 g Fett verwendet. Nachdem in die ammoniakalische Lösung, deren Herstellung oben genugsam beschrieben wurde — ich will sie im folgenden mit „Fettnickellösung" bezeichnen — Schwefelwasserstoff bis zur Sättigung eingeleitet worden war, wurde nochmals mit konzentriertem Ammoniak überneutralisiert und dann mit Essigsäure schwach angesäuert, um das in kolloidaler Lösung befindliche Nickelsulfid auszuscheiden. Dieses wurde dann samt dem ausgefallenen Schwefel abfiltriert und das Filter in einem Porzellantiegel völlig verascht. Die Asche wurde mit wenig konz. heißer Salzsäure aufgenommen, einmal abgedampft, mit heißer verdünnter Salzsäure aufgenommen und zuletzt mit ganz reiner Natronlauge das Nickel als Hydroxydul gefällt. Dieses war allerdings infolge seiner geringen Menge nicht von apfelgrüner Farbe, sondern bildete einen milchig-weißen Belag der Filterwand. Nach sorgfältigem Nachwaschen wurde das Filter im Porzellantiegel verascht und das Nickel als Oxydul gewogen. Das Resultat stimmte zwar roh mit der unten beschriebenen kolorimetrischen Messung des wieder gelösten Nickeloxyduls überein, doch waren die 15% Differenz sowie die Umständlichkeit der Methode für mich bestimmend, das Verfahren aufzugeben.

Mit einem kolorimetrischen und wägeanalytischen Versuch der Nickelbestimmung mittels des von Großmann und Schück[1]) eingeführten Dizyandiamidinsulfats kam ich nicht zum Ziel; das Reagens ist für die kleinen Nickelmengen zu wenig empfindlich.

Vortrefflich brauchbar war dagegen auch zum quantitativen Nachweis von Nickel das schon oben erwähnte von Tschugaeff[2]) in die analytische Praxis eingeführte Dimethylglyoxim.

Vorversuche mit diesem Reagens ergaben folgendes:

In ammoniakalischer Nickelsalzlösung entsteht auf Zusatz

1) Chemiker-Zeitung 1907, 31, S. 535.
2) Berl. Ber. 1905, 38, S. 2520.

des Reagenses ein zuerst flockiger, sehr bald kristallinisch werdender scharlachroter Niederschlag, dem nach Tschugaeff die Formel

$$\left(\begin{matrix} CH_3-C=N-O \\ | \\ CH_3-C=N-O \end{matrix}\right)\!\!>\!Ni + \begin{matrix} CH_3-C=N-O-H \\ | \\ CH_3-C=N-O-H \end{matrix}\Big)$$

zukommt.

Von einer Konzentration der Nickellösung ca. 1:200000 ab bis zu einer etwa zehnfach verdünnteren wird die Lösung zuerst gelbstichig, um nach kürzerer oder längerer Zeit — je nach dem Grade der Verdünnung — die rote Verbindung in Kriställchen auszuscheiden. Bei noch geringerer Konzentration ist von einer vorläufigen gelben Farbe nichts mehr zu bemerken; nach längerem Stehen wird die Lösung rosafarben. Eine Nickellösung von der Konzentration 1:20 Millionen bekam nach 24stündigem Stehen einen eben noch erkennbaren Rosaschimmer. Damit ist die Empfindlichkeitsgrenze praktisch erreicht.

In ammoniakalischer, wässeriger Flüssigkeit ist das Nickelglyoximin in einem Verhältnis von etwa 1:2 Millionen mit der schon erwähnten Rosafarbe, welche im durchfallenden Licht eine deutliche orangene Nuance aufweist, löslich. Eine solch gesättigte Lösung wurde erhalten einmal als Filtrat von in der Wärme gefällten massigen Niederschlägen und zweitens, wenn man kleinere Niederschlagsmengen in ammoniakalischer Flüssigkeit verschlossen stehen ließ. Die überstehende Flüssigkeit war dabei zunächst farblos, nahm aber im Laufe der Zeit eine deutliche rötliche Färbung an, ein Zeichen, daß nachträglich die Nickelverbindung teilweise in Lösung ging. Bei Neutralisation mit Säure oder Auskochen des Ammoniaks verschwand die Farbe der Lösung. Es beruht diese Erscheinung auf der Tatsache, daß die der Gleichung

$$2\,(CH_3)_2\,(CNOH)_2 + Ni\,A_2 \rightleftarrows (CH_3CNO)_2\,Ni\,(CH_3\,CNOH)_2 + 2AH$$

entsprechende Reaktion, worin A ein beliebiges einwertiges Anion vorstellen möge, eine reversible ist und bei Mangel einer Bindung der entstehenden freien Säure im Sinne des unteren Pfeils beeinflußt wird.

Mit Hilfe dieses Tschugaeffschen Reagenses konnte die quantitative Nickelbestimmung auf zweifachem Wege erfolgen.

Einmal konnte der Niederschlag isoliert, getrocknet und gewogen werden, wie Brunck[1]) angegeben hat.

Bei kleinen Nickelmengen, welche sich zur Wägung nicht mehr eigneten, kam der kolorimetrische Vergleich in Frage, zu welchem die intensive Farbe des Reaktionsproduktes geradezu herausfordert. Dieser konnte theoretisch auf zweierlei Weise erfolgen:

1. Durch Kolorimetrieren der Lösung des Nickelglyoximins;
2. Durch Kolometrieren einer Suspension des Glyoximinniederschlages.

Die erste Möglichkeit wäre praktisch schwer durchzuführen gewesen, da die Farbe der Lösung längere Zeit nachdunkelte, und auch die Bedingungen, unter denen man eine reine Lösung erzielt hätte, sehr schwer zu übersehen waren; ein noch so geringer Ausfall eines Niederschlags hätte aber jegliche Genauigkeit vernichtet. Dazu ist auch eine in ihrem Nickelgehalt genau bemessene Vergleichslösung sehr schwer herzustellen.

Deshalb habe ich stets mit dem kolorimetrischen Vergleich des suspendierten Niederschlags gearbeitet. Ein Kontrollversuch, in welchem der erzeugte Niederschlag nach Brunck[1]) gewogen wurde, ergab, daß die Genauigkeit des Verfahrens eine befriedigende ist. Es muß nur darauf geachtet werden:

a) daß die Lichtquelle intensiv genug ist; am besten wirkt als Unterlage von der Sonne beschienenes weißes Glanzpapier;
b) daß die Suspension eine sehr feine und gleichmäßige ist, was durch kräftiges Schütteln erreicht werden kann;
c) daß Seitenlicht völlig abgeblendet wird;
d) daß Bestimmungs- und Vergleichssuspension in ihren Konzentrationen nicht sehr verschieden sind;
e) daß kein Nickelglyoximin in Lösung geht; eine Orangerotfärbung der Lösung ist natürlich hier ebenso von Übel, als beim Kolometrieren der Lösung ein Ausfallen der roten Verbindung wäre. Man erreicht dies, wenn man den Niederschlag in der Kälte bei möglichster Konzentration erzeugt —

1) Ztschr. f. angew. Chemie 1907, 20, S. 1844.

man füllt dann nachträglich mit Wasser bis zur Marke nach — und nicht lange mit dem Kolorimetrieren wartet.

In praxi verfuhr ich so, daß ich zunächst die konzentrierte Fettnickellösung (s. S. 16) mit 1 ccm einer 1 proz. alkoholischen Glyoximlösung und 1 ccm konz. Ammoniaks versetzte, je nach der Intensität der Fällung auf 50[1]), 100 oder 250 ccm nachträglich mit Wasser auffüllte und nach tüchtigem Durchschütteln 50 ccm in das eine Kolorimeterglas gab. Dieses versenkte ich dann in das Kolorimetergehäuse, welches nur senkrecht von unten nach oben weißes Licht durchließ. Das zweite gleichweite Kolorimeterglas, welches sich bereits im Gehäuse befand, wurde nunmehr mit einer der zu bestimmenden Suspension möglichst konzentrationsgleichen Nickelglyoximinsuspension von bekanntem Nickelgehalt bis zur Farbengleichheit aufgefüllt. Aus der abgelesenen Höhe der Flüssigkeitssäule, welche sich gewöhnlich zwischen den Marken 40 und 60 bewegte, wurde dann der Nickelgehalt berechnet. Die nach den angeführten Methoden gewonnenen Resultate folgen hier in Form einer Tabelle.

Ergebnisse der Aschenanalysen.

Bezeichnung	Fett Nr.	Versuch Nr.	Angewandte Fettmenge g	pro kg Fett: Aschenrückstand mg	pro kg Fett: Fe mg	pro kg Fett: Ni mg	Methode der Nickelbestimmung
Geh. Erdnußöl	0	1	500	—	—	2,3	Gewogen als NiO
„ „	0	2	200	—	—	2,0	Glyoxim, Kolorim.
„ „	0	3	200	46,0	10,9	1,9	„
„ „	0	4	200	48,0	11,2	1,9	„
„ „	2	1	200	27,5	5,3	1,6	„
„ „	2	2	200	30,0	5,6	1,7	„
„ „	5a	1	200	40,0	6,3	6,1	„
„ „	5a	2	200	38,0	6,0	6,0	„
„ „	5a	3	200	—	—	5,9	Glyoxim gewogen
„ „	5a	4	50	—	—	6,3	Glyoxim, Kolorim.
„ „	5b	1	200	—	—	4,2	„
„ „	5b	2	200	—	—	4,5	„
„ „	5d		200	—	—	5,0	„
„ „	5e		200	—	—	4,7	„

1) Nur bei Baumwollsamenöl Nr. 3 auf 10 ccm.

Bezeichnung	Fett Nr.	Versuch Nr.	Angewandte Fettmenge g	pro kg Fett: Aschenrückstand mg	pro kg Fett: Fett mg	pro kg Fett: Ni mg	Methode der Nickelbestimmung
Geh. Sesamöl	1	1	200	18,5	6,0	1,1	Glyoxim, Kolorim.
„ „	1	2	200	19,5	7,0	1,1	„
„ „	4a	1	200	23,0	4,2	1,1	„
„ „	4a	2	200	25,5	4,2	1,1	„
„ „	4b		200	—	—	1,0	„
„ „	4d		200	—	—	1,1	„
Geh. Baumwollsamenöl	3	1	200	23,5	3,9	0,07	Glyoxim, Kolorim.
„ „	3	2	200	24,0	4,6	0,08	„
„ „	6a	1	200	30,0	3,5	0,5	„
„ „	6a	2	200	28,5	2,5	0,4	„
„ „	6b		200	—	—	0,4	„
„ „	6d		200	—	—	0,4	„

Aus dieser Tabelle erkennt man:

1. Der Aschengehalt ist sehr gering; er schwankt zwischen 0,018 bis 0,048 pro Mille des Fettgewichtes.
2. Der Eisengehalt der Fette, der wohl hauptsächlich von den Gefäßen herrühren wird, in welchen das Fett gereinigt und aufbewahrt wird, beträgt 9 bis 36% des Aschengewichts. Hygienisch ist er ohne jede Bedeutung.
3. Der Nickelgehalt ist in seiner Menge von der des Eisengehalts unabhängig, was sich daraus erklärt, daß das Nickel auf ganz anderem Wege in das Fett gelangt als das Eisen. Er ist meist viel geringer als der Eisengehalt und schwankt zwischen 0,3 bis 16% des Aschengewichts oder zwischen 0,00007 bis 0,006 pro Mille des Fettgewichts.[1])

Wie ist nun dieser Gehalt an Nickel hygienisch zu beurteilen? Wir wissen aus mehrfachen Untersuchungen neuerer Forscher, daß das Nickel zu den relativ ungiftigen Metallen gehört. Lehmann[2]) hat an 16 Katzen und vier Hunde mehrere Monate lang

1) Die von Normann und Hugel (Halbmonatsschr. f. Margarine-Industrie 1913, 17, S. 226) gefundenen Werte sind durchschnittlich noch viel kleiner.

2) Arch. f. Hygiene Bd. 68.

täglich Nickelmengen von durchschnittlich 8 mg pro kg Körpersubstanz verfüttert ohne auf Nickelwirkung beziehbare Schädigungen zu beobachten. Rhode[1]) und Ludwig[2]) haben, der eine fünf, der andere zweieinhalb Jahre lang in ihren Familien nur Nickelgeschirre verwenden lassen und von den in die Speisen übergehenden Nickelmengen niemals Gesundheitsstörungen gesehen. Dabei sind diese Nickelmengen gar nicht so unbedeutend, wie die Analysen von Ludwig[2]), Lehmann[3]) und aus neuester Zeit von Normann und Hugel[3]) zeigen; sie betragen für Fleischspeisen bis zu 20 mg, für Kompotte bis zu 50 mg, für Gemüse bis zu 80 mg und für stark saure Speisen, wie Sauerkraut, bis zu 130 mg Nickel auf das Kilogramm Substanz. Lehmann berechnet, daß auf diese Weise weit über 100 g Nickel in die Tagesportion der Nahrung übergehen können und zieht den Schluß, daß eine tägliche Nickelaufnahme von 2 mg pro kg Mensch noch völlig unschädlich sei.

Setzt man nun das Maximum an Speisefett, das auch ein sehr fettgewöhnter Erwachsener, abgesehenen von dem in vielen Speisen (Würste, Schinken, Speck usw.) natürlich enthaltenen Fett, auf die Dauer täglich zu genießen imstande ist, gleich 150 g oder gleich 2 g pro kg Mensch; nimmt man weiter an, daß jemand als Speisefett nur gehärtetes Öl verwenden würde, was ja sehr unwahrscheinlich ist, und zwar das nickelreichste, welches ich untersucht habe, so würde er trotzdem mit diesem nur 0,9 mg Nickel pro Tag aufnehmen. Das entspricht einer täglichen Nickelaufnahme von ca. 0,012 mg pro kg Mensch oder nur 0,6% derjenigen Menge, welche nach Lehmann noch als ganz unschädlich für die Dauer betrachtet werden kann. Daß eine solch geringe Nickelaufnahme völlig unbedenklich sein wird, läßt sich aus dieser Betrachtung sofort ableiten.

Nachdem der anorganische Rückstand des Fettes untersucht war, wurde noch eigens auf einigen etwaigen Arsengehalt geprüft, der von nicht arsenfreien, zur Reinigung der Öle verwendeten Chemikalien herrühren konnte. 5 g Fett wurden mit konz. Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure mineralisiert, dann

1) Arch. f. Hygiene Bd. 9, S. 331ff.
2) Österr. Chem.-Zeitung 1898, Heft I. — 3) l. c.

bis zu geringem Volumen abgeraucht und in einem modifizierten Marshschen Apparat, mit welchem man noch Mengen von 0,001 mg Arsen aus der Größe des Arsenspiegels bestimmen konnte, auf Arsen geprüft — ohne positives Resultat.

Ebenso negativ war das Ergebnis, als ich den Katalysator, das Nickelpulver, selbst auf Arsen untersuchte.[1])

II.

Fütterungsversuche an Tieren.

Um zu sehen, ob sich in den gehärteten Ölen der chemischen Analyse nicht zugängliche, für den tierischen Organismus schädliche Stoffe fänden, wurden im Laufe von ca. 5 Monaten drei Hunde[2]) mit einem Durchschnittsgewicht von 5½ bis 9½ kg mit insgesamt 21,2 kg gehärteten Öls gefüttert, so daß auf das kg Hund täglich 6,6 bis 8,4 g Fett, d. i. ca. ¾ % des Körpergewichts kamen. Ein Kontrolltier von ähnlicher Größe wurde mit ungefähr gleichen Mengen gewöhnlichen Schweinefetts gefüttert, um allenfalls Störungen, welche aus der sehr reichlichen Fettzufuhr herrührten, zu konstatieren und nicht fälschlich auf eine Wirkung des gehärteten Öls zu beziehen.

Von quantitativen Stoffwechselversuchen, welche die Ausnutzung des Fettes im Darmkanal hätten dartun sollen, wurde abgesehen.[3])

Viel kam darauf an, die übrige Nahrung für die Hunde so zu wählen, daß kein Widerwille gegen die ungemein fette Kost eintrat. Im allgemeinen genügte es ja, die tägliche Fettration von 40 bis 80 g mit der etwa dreifachen Menge mageren, gewiegten Pferdefleisches zu vermengen. Da die ballastarme Nahrung aber leicht Obstipation hervorruft, so wurden auch öfters harte Brot-

1) Ich ließ auch auf Brotnährböden, denen 5% Katalysator zugesetzt waren, Penicillium glaucum wachsen, ohne eine Andeutung des eigenartigen Diäthylarsingeruchs zu erhalten.

2) Ein vierter Hund kam schon krank zum Versuch und wurde getötet, siehe Fütterungstabelle Nr. 3.

3) Anm. beim Druck: Solche Versuche sind inzwischen in Berlin von Franz Müller ausgeführt worden, s. Arch. f. Hyg. 1915, 84, Heft 1.

rinden und Knochen gegeben.[1]) Um den Energieverbrauch und damit die Freßlust der Tiere zu steigern, ließ ich sie täglich einige Stunden in einem abgezäunten Bezirk des Institutshofs frei herumlaufen.

Auf diese Weise gelang es, den Tieren die erwähnten reichlichen Fettmengen bis zum Schluß des Versuches ohne größere

Hund Nr. 1 ♀ Alter: ca. 1 Jahr. Geh. Erdnußöl Nr. 5a (— 8. XI. 13), 5b (— 18. XII. 13), 5d (— 1. III. 14), 5e (— 14. III. 14).

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Fett- u. Nickelaufnahme Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		g Fett	mg Ni	g Fett	mg Ni	g	g	
11. X. 13 bis 20. X. 13	10	500	3,0	11,7	0,07	3950 —4630	4290	11. X. munteres, zutrauliches Tier, mager; frißt gut.
21. X. 13 bis 8. XI. 13	19	950	5,7	9,5	0,06	4630 —6000	5315	20. XI. wird sehr fett; frißt schlecht, kommt deshalb jetzt täglich ins Freie.
9. XI. 13 bis 24. XI. 13	16	500	2,2	4,8	0,02	6000 —6350	6175	
25. XI. 13 bis 5. XII. 13	11	300	1,32	4,4	0,02	6350 —5940	6145	25. XI. wegen starker Obstipation Kalomel.
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	600	2,64	7,8	0,034	5940 —5860	5900	10. XII. Freßlust besser, bekommt harte Brotrinden.
19. XII. 13 bis 30. XII. 13	12	600	3,0	8,6	0,043	5860 —5900	5880	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	450	2,25	7,0	0,035	5900 —5750	5825	1. I. Frißt nur, wenn Fleisch in Fett gebraten wurde. Dabei stets munter.
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	150	0,75	3,35	0,017	5750 —5450	5600	
19. I. 14 bis 28. I. 14	10	125	0,63	2,3	0,012	5450 —5250	5350	
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	260	1,3	4,5	0,023	5250 —5350	5300	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	215	1,07	5,0	0,025	5350	5350	9. II. Stets bei gutem Wohlbefinden.
17. II. 14 bis 1. III. 14	13	500	2,5	7,1	0,036	5350 —5450	5400	
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	550	2,59	7,8	0,037	5400	5400	
Sa. 11. X. 13 bis 14. III. 14	155	5700	28,95	6,6	0,034	—	5560	

1) Im Anfang der Versuche mußte ich auch einigemal hartnäckige Obstipationen durch kleine Gaben Kalomel vertreiben.

Hund Nr. 2 ♀. Alter: ca. 1 Jahr. Geh. Sesamöl Nr. 4a (— 24. XI. 13), 4b (— 20. I. 14), 4d (— 14. III. 14).

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Fett- u. Nickelaufnahme Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		gFett	mgNi	gFett	mgNi	g	g	
16. X. 13. bis 20. X. 13	5	250	0,28	10,5	0,012	4750 —4800	4775	16. X. Mageres, sehr scheues Tier; frißt gierig.
21. X. 13 bis 10. XI. 13	21	1050	1,15	9,3	0,010	4850 —5900	5375	20. XI. Wegen starker Obstipation Kalomel. Kommt von nun an täglich ins Freie.
11. XI. 13 bis 24. XI. 13	14	700	0,77	8,2	0,009	5900 —6300	6100	Nebenkost: harte Brotrinden. Wächst noch.
25. XI. 13. bis 5. XII. 13	11	300	0,30	4,3	0,004	6300	6300	25. XI. Nach starker Erkältung Katarrh, Ausschlag, geringe Freßlust.
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	600	0,60	7,4	0,007	6300 —6200	6250	
19. XII. 13 bis 30. XII. 13	12	600	0,60	8,0	0,008	6200	6200	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	550	0,55	8,0	0,008	6200 —6350	6275	1. I. Wohlbefinden wieder hergestellt.
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	600	0,6	11,3	0,011	6350 —6950	6650	
19. I. 14 bis 28. I. 14	10	850	0,92	12,2	0,013	6950	6950	28. I. Äußerst lebhaft. Frißt gut.
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	525	0,58	6,8	0,007	6950 —7050	7000	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	450	0,50	7,9	0,009	7050 —7250	7150	
17. II. 14 bis 1. III. 14	13	850	0,94	8,9	0,010	7250 —7500	7375	
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	800	0,88	8,2	0,009	7500 —7600	7550	10. III. Dauernd ohne jede weitere Störung der Gesundheit.
Sa. 16. X. 13 bis 14. III. 14	150	8125	8,67	8,4	0,009	—	6450	

Schwierigkeiten einzuverleiben. Hund Nr. 1 allerdings fraß sehr oft nur dann, wenn ich ihm das mit Fett gemischte Hackfleisch anbriet.

Keiner der Hunde zeigte im ganzen Versuchsverlauf Erscheinungen, welche auf eine Schädigung durch die Fettaufnahme hindeuteten. Hund Nr. 2 bekam kurz nach einer Regendurchnässung im Freien eine katarrhalische Affektion der oberen Respirationswege, an welche sich noch ein krustöser Ausschlag hauptsächlich am Rücken anschloß. Nach

drei Wochen war dieser jedoch unter noch reichlicherer Fettzufuhr als früher abgeheilt. Sonst waren die Hunde stets munter und lebendig und ließen niemals die geringste Störung ihrer Gesundheit erkennen. Daß der Kontrollhund gegen Ende des Versuchs trächtig wurde und Junge aufzog, war für die gegebene Versuchsanordnung vollständig belanglos.

Das Ergebnis der Tierversuche ist nicht nur ein Beweis dafür, daß in den gehärteten Ölen keine unbekannten, für den tierischen Organismus schädlichen Stoffe vorkommen, es zeigt auch zugleich, daß der aus den Untersuchungen Lehmanns abgeleitete Schluß über die Harmlosigkeit des Nickelgehalts durchaus zu Recht besteht.

Die in der ganzen Versuchszeit von den Hunden aufgenommene Nickelmenge beträgt annähernd 41 mg, wovon ¾ allein auf Hund Nr. 1 entfallen. Pro kg und Tag bekamen die Tiere durchschnittlich 0,034 (Hund Nr. 1) 0,009 (Ns. 2) und 0,0027 (Nr. 4) mg

Hund Nr. 3 ♀. Alter ca. 2 Jahre. Geh. Baumwollsamenöl Nr. 6a.

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit		Durchschnittl. pro kg und Tag		Gewichte	Durchschnittsgewichte	Bemerkungen
		gFett	mgNi	gFett	mgNi	g	g	
11. X. 13 bis 20. X. 13	10	300	0,14	5,1	0,0023	5750 —5920	5835	11. X. Mageres, furchtsames Tier. Verkriecht sich in die Käfigecke. Frißt schlecht.
21. X. 13 bis 25. X. 13	5	100	0,045	3,5	0,0016	5920 —5620	5770	21. X. Macht kranken Eindruck.
26. X. 13 bis 28. X. 13	3	20	0,01	1,2	0,0005	5620 —5350	5485	28. X. Blutiger Kot, heiße Nase, Zittern. Frißt nichts mehr.
Sa. 11. X. 13 bis 28. X. 13	18	420	0,19	4,0	0 0018	5750 —5350	5760	

Am 29. X. 13 wurde das Tier mit Chloroform getötet.

Bei der Sektion zeigte sich die Schleimhaut des ganz leeren und kontrahierten Magens mit ausgedehnten Ulzerationen und Erosionen bedeckt, welche eitrig-schleimig belegt waren.

Ohne Zweifel war der Hund schon vor Beginn des Versuchs magenkrank gewesen. Durch die für seinen Zustand ungeeignete fettreiche Nahrung mag sich wohl das Übel verschlimmert haben. Auf eine spezifische Wirkung der gehärteten Öle darf die Erkrankung jedenfalls nicht bezogen werden.

Nickel; das ist der 235. bzw. 900. und 3000. Teil derjenigen Nickelmengen, welche Lehmann im Jahre 1907 seinen Versuchstieren noch ohne Schaden einverleibte!

Die Einzelheiten der Fütterungsversuche werden aus den eingeschalteten Tabellen ersichtlich.

Hund Nr. 4 ♂. Alter ca. $^3/_4$ Jahre. Geh. Baumwollsamenöl Nr. 6a (— 10. XII. 13), 6b (— 20. I. 14), 6d (— 1. III. 14), 6e (— 14. III. 14).

Daten	Tage	Fett- u. Nickelaufnahme in dieser Zeit gFett	mgNi	Durchschnittl. pro kg und Tag gFett	mgNi	Gewichte g	Durchschnittsgewichte g	Bemerkungen
17. XI. 13 bis 24. XI. 13	8	560	0,23	8,0	0,004	7650 —7900	7775	17. XI. Scheues, sehr mageres Tier.
25. XI. 13 bis 5. XII. 13	11	700	0,32	7,8	0,004	7900 —8500	8200	
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	800	0,33	7,2	0,003	8500 —8600	8550	18. XII. Wird zutraulich. Frißt gierig. Wächst noch.
19. XII. 13 bis 30. XII 13	12	600	0,24	5,8	0,002	8600 —8700	8650	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	600	0,24	6,2	0,0025	8700 —8900	8800	10. I. Befinden ohne jede Störung.
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	650	0,26	8,8	0,0035	8900 —9650	9275	
19. I. 14 bis 29. I. 14	10	900	0,36	9,0	0,0036	9650 —10350	10 000	
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	800	0,32	7,0	0,003	10350 —10450	10 400	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	550	0,22	6,4	0,0025	10450 —10950	10 700	
17. II 14 bis 1. III. 14	13	625	0,25	4,5	0,002	10950 —10550	10 750	1. III. Desgl.
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	650	0,26	4,7	0,002	10550 —11000	10 775	
Sa. 17. XI. 13 bis 14. III. 14	118	7375	3,03	6,6	0,0027	—	9475	

III.

Verwendung der Fette zu Speisezwecken.

Nachdem die Versuchstiere längere Zeit mit den gehärteten Ölen gefüttert worden waren, ohne daß sich eine Schädigung ihrer Gesundheit gezeigt hatte, erschien es angebracht, die Versuche auch auf Menschen auszudehnen.

Hund Nr. 5 ♀. Alter ca. 1 Jahr. Kontrolltier. Schweineschmalz.

Daten	Tage	Fettaufnahme in dieser Zeit g	Fettaufnahme Durchschnittl. pro kg und Tag g	Gewichte g	Durchschnittsgewichte g	Bemerkungen
16. X. 13 bis 20. X. 13	5	250	9,8	5050 —5150	5100	16. X. Mageres, lebhaftes, zutrauliches Tier.
21. X. 13 bis 10. XI. 13	21	1050	8,8	5150 —6250	5700	
11. XI. 13 bis 24. XI. 13	14	700	7,7	6250 —6750	6500	11. XI. Wird zusehends fetter. Freßlust läßt nach. Gegen Obstipation Kalomel.
25. XI. 13 bis 5. XII. 13	11	500	6,9	6750 —6370	6560	Kommt von nun an täglich ins Freie. Nebenkost: harte Brotrinden.
6. XII. 13 bis 18. XII. 13	13	650	7,9	6370 —6150	6260	18. XII. Trotz der Fettzunahme sehr lebhaft.
19. XII. 13 bis 30. XII. 13	12	600	7,8	6150 —6600	6375	
31. XII. 13 bis 10. I. 14	11	550	7,4	6600 —6900	6750	10. I. Wird trächtig!
11. I. 14 bis 18. I. 14	8	350	6,2	6900 —7250	7075	
19. I. 14 bis 28. I. 14	10	500	6,5	7250 —8050	7650	
29. I. 14 bis 8. II. 14	11	400	4,3	8050 —8650	8350	
9. II. 14 bis 16. II. 14	8	500	6,9	8650 —9600	9125	16. II. Wirft 4 Junge, welche 3 Wochen lang gesäugt werden.
17. II. 14 bis 1. III. 14	13	1100	10,4	8300 —8000	8150	
2. III. 14 bis 14. III. 14	13	800	7,6	8000 —8100	8050	14. III. Befinden und Freßlust stets ausgezeichnet.
Sa. 16. X. 13 bis 14. III. 14	150	7950	7,8	—	6835	

Von vornherein war anzunehmen, daß die Hartöle auch auf Menschen jeder schädigenden Wirkung entbehren würden; diese Vermutung hat sich auch vollständig bestätigt. Keine der zahlreichen Versuchspersonen, welche monatelang nur oder doch vorwiegend mit gehärteten Ölen zubereitete Speisen genossen, hatte je über Störungen der Verdauung oder des allgemeinen Wohlbefindens zu klagen.

Von großer Wichtigkeit war ferner die Frage, ob sich die Hartöle zur Zubereitung der Speisen auch gut eigneten. Hierauf fiel die Antwort ebenfalls außerordentlich günstig aus.

Im Haushalt des Herrn Prof. Lehmann selbst sind seit November vorigen Jahres als Speisefette fast nur noch gehärtete Öle in Verwendung; 7 Pfund gehärteten Erdnußöls und über 30 Pfund gehärteten Baumwollsamenöls sind daselbst bereits verbraucht worden. Nach dem übereinstimmenden Urteil aller in Betracht kommenden Personen sind die mit Hartölen hergestellten Speisen durch Geschmack, Geruch oder sonstwie von denjenigen nicht zu unterscheiden, zu deren Zubereitung Butterschmalz oder Schweinefett verwendet wurde. Uneingeweihte schöpften niemals Verdacht, daß die vorgesetzten Speisen nicht die gebräuchlichen Fette enthielten.

Im Haushalt meiner Eltern erzeugte die Verwendung von 7 Pfund gehärteten Sesamöls und von 7 Pfund gehärteten Baumwollsamenöls das gleiche Urteil. Namentlich wurden hier die Hartöle auch zu feineren Backwaren mit Erfolg verwendet.

Diese Urteile wurden völlig bestätigt von zwei anderen im Laboratorium des Instituts beschäftigten Personen, in deren Familien ebenfalls mehrere Kilogramm gehärteter Öle Verwendung fanden.

* * *

Faßt man die Resultate der geschilderten Versuche zusammen, so kommt man zu dem Ergebnis:

1. Die gehärteten Öle sind weder äußerlich noch in ihrem analytischen Verhalten von Butterschmalz oder Schweinefett wesentlich verschieden.

2. Ihr Nickelgehalt ist so gering, daß er hygienisch keine Rolle spielt.

3. Sie enthalten auch sonst keine für die Verdauung oder das allgemeine Wohlbefinden schädlichen Stoffe, sondern werden im Gegenteil von Mensch und Tier gut vertragen.

4. Sie sind zu allen Verwendungsmöglichkeiten im Haushalt an Stelle der bisher gebräuchlichen Speisefette geeignet.

Es kann deshalb mit vollem Recht ausgesprochen werden, daß die Einführung der gehärteten Öle eine wertvolle Vermehrung unserer Speisefette darstellt, um so mehr als sich ihr Preis infolge des großen Angebots der Rohöle und der billigen Fabrikation voraussichtlich in mäßigen Grenzen halten wird. Speziell die Margarineindustrie wird in ihnen eine wegen ihrer hygienischen Unbedenklichkeit und Billigkeit willkommene Bereicherung der ihr zur Verfügung stehenden Fette begrüßen dürfen.

Es erübrigt mir zum Schlusse der Arbeit nochmals Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann zu danken für seine vielfachen Anregungen, sowie auch dem ersten Assistenten des Instituts, Herrn H. K. Lang, und meinen Vorgänger im Amte, Herrn Dr. W. Kemmer, für manchen guten Ratschlag, den sie mir im Laufe der Arbeit gegeben haben.

Lebenslauf.

Ich, Philipp O. Süßmann, bayerischer Staatsangehörigkeit, bin geboren am 26. März 1890 zu Nürnberg als Sohn des dortigen Hauptlehrers Peter Süßmann.

Nach Besuch der Volksschule und des Alten Gymnasiums zu Nürnberg erwarb ich mir an letzterer Anstalt 1909 das Reifezeugnis.

Hierauf besuchte ich die Universität München (2 Semester) und Würzburg (8 Semester).

An der letztgenannten Universität legte ich im Februar 1912 die ärztliche Vorprüfung ab, ebenso im August 1914 das infolge des Krieges vom Ministerium angeordnete ärztliche Notexamen.

Seit 1. Mai 1914 bin ich am Hygienischen Institut Würzburg als ministeriell genehmigter II. Assistent vertretungsweise tätig.

Vorstehende Dissertation habe ich unter Leitung des Herrn Prof. Lehmann verfaßt.

Würzburg, 11. August 1914.

Philipp O. Süßmann
Medizinalpraktikant.